

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

EJKU



REC'D 29 JUN 1999

WIPO PCT

Bescheinigung

EP99/3437

Die Hoechst Research & Technology Deutschland GmbH & Co KG in Frankfurt am
Main/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Monostabiles ferroelektrisches Aktivmatrix-Display"

am 20. Mai 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Der Firmenname der Anmelderin wurde geändert in:

Aventis Research & Technologies GmbH & Co KG.

Das angeheftete Stück ist eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüng-
lichen Unterlage dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol
G 02 F 1/141 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 27. April 1999

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Faust

Aktenzeichen: 198 22 830.9

Monostabiles ferroelektrisches Aktivmatrix-Display

Der Ersatz der Kathodenstrahlröhre (Bildröhre) durch einen flachen Bildschirm
 10 erfordert eine Displaytechnologie, die gleichzeitig eine hohe Bildauflösung, d.h.
 mehr als 1000 Zeilen, eine hohe Bildhelligkeit ($>200 \text{ Cd/m}^2$), einen hohen Kontrast
 ($>100:1$), eine hohe Bildfrequenz ($>60 \text{ Hz}$), eine ausreichende Farbdarstellung (>16
 Mio Farben), ein großes Bildformat ($>40 \text{ cm}$ Bildschirmdiagonale), eine geringe
 Leistungsaufnahme und einen weiten Betrachtungswinkel ermöglicht und zudem
 15 kostengünstig herstellbar ist. Bislang existiert keine Technologie, die alle diese
 Merkmale gleichzeitig in vollem Umfang erfüllt.

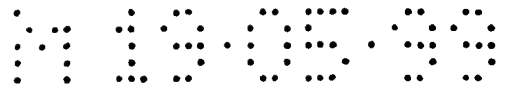
Viele Hersteller haben Bildschirme auf der Basis nematischer Flüssigkristalle
 entwickelt, die seit einigen Jahren beispielsweise im Bereich von Notebook PC,
 20 Personal Digital Assistants und Desktop Monitoren im Einsatz sind. Dabei werden
 die Technologien STN (Supertwisted Nematics), AM-TN (Active Matrix - Twisted
 Nematics), AM-IPS (Active Matrix - In Plane Switching), AM-MVA (Active Matrix -
 Multidomain Vertically Aligned) verwendet, die in der Literatur ausführlich
 beschrieben werden, siehe z.B. T. Tsukuda, TFT/LCD: Liquid Crystal Displays
 25 Addressed by Thin-Film Transistors, Gordon and Breach 1996,
 ISBN 2-919875-01-9 und darin zitierte Literatur; SID Symposium 1997, ISSN-0097-
 966X, Seiten 7 bis 10, 15 bis 18, 47 bis 51, 213 bis 216, 383 bis 386, 397 bis 404
 und darin zitierte Literatur. Darüber hinaus werden die Technologien PDP (Plasma
 Display Panel), PALC (Plasma Addressed Liquid Crystal), ELD (Electro Luminescent
 30 Display) und FED (Field Emission Display) angewandt, die ebenfalls im zitierten SID
 Bericht erläutert sind.

Clark und Lagerwall (US 4,367,924) konnten zeigen, daß der Einsatz ferroelektrischer Flüssigkristalle (FLC) in sehr dünnen Zellen zu optoelektrischen Schalt- oder Anzeigeelementen führt, die im Vergleich zu den herkömmlichen TN ("twisted nematic")-Zellen um bis zu einem Faktor 1000 schnellere Schaltzeiten haben, siehe auch EP-A 0 032 362. Aufgrund dieser und anderer günstiger Eigenschaften, z. B. der bistabilen Schaltmöglichkeit und des nahezu blickwinkelunabhängigen Kontrasts, sind FLCs grundsätzlich für Anwendungsgebiete wie Computerdisplays und Fernsehgeräte geeignet, wie ein seit Mai 1995 in Japan von Canon vermarkteter Monitor zeigt.

Für die Verwendung von FLCs in elektrooptischen oder vollständig optischen Bauelementen benötigt man entweder Verbindungen, die smektische Phasen ausbilden und selbst optisch aktiv sind, oder man kann durch Dotierung von Verbindungen, die zwar solche smektischen Phasen ausbilden, selbst aber nicht optisch aktiv sind, mit optisch aktiven Verbindungen ferroelektrische smektische Phasen induzieren. Die gewünschte Phase soll dabei über einen möglichst großen Temperaturbereich stabil sein.

Die einzelnen Bildelemente (Pixel) eines LC-Displays sind üblicherweise in einer x,y Matrix angeordnet, die durch die Anordnung je einer Serie von Elektroden (Leiterbahnen) entlang der Reihen und der Spalten an der Unter- bzw. Oberseite des Displays gebildet wird. Die Kreuzungspunkte der horizontalen (Reihen-) und vertikalen (Spalten-) Elektroden bilden adressierbare Pixel.

Diese Anordnung der Bildpunkte bezeichnet man üblicherweise als eine passive Matrix. Zur Adressierung wurden verschiedene Multiplex-Schemata entwickelt, wie beispielsweise in Displays 1993, Vol. 14, Nr. 2, S. 86-93 und Kontakte 1993 (2), S. 3-14 beschrieben. Die passive Matrixadressierung hat den Vorteil einer einfacheren Herstellung des Displays und damit verbundenen geringen Herstellkosten, jedoch



den Nachteil, daß die passive Adressierung immer nur zeilenweise erfolgen kann, was dazu führt, daß die Adressierungszeit des gesamten Bildschirms bei N Zeilen das N-fache der Zeilenadressierungszeit beträgt. Bei üblichen

Zeilenadressierungszeiten von ca. 50 Mikrosekunden bedeutet das eine

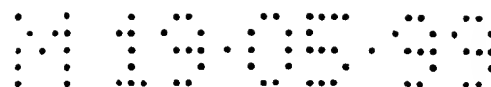
5 Bildschirmadressierungszeit von ca. 60 Millisekunden bei z.B. HDTV Norm (High Definition TV, 1152 Zeilen), d.h. einer maximalen Bildfrequenz von ca. 16 Hz. Diese Frequenz ist für die Darstellung bewegter Bilder zu gering. Zudem ist die Darstellung von Graustufen schwierig. Mizutani et.al. haben anlässlich der FLC-Konferenz in Brest, Frankreich (20.-24 Juli 1997, siehe Abstract Book 6th International Conference

10 on Ferroelectric Liquid Crystals, Brest / France) ein passives FLC-Display mit digitalen Graustufen vorgestellt, bei dem jeder der RGB-Bildpunkte (RGB= red, green, blue) in Unterpunkte unterteilt wurde, wodurch vermittels partiellem Schalten die Darstellung von Grauwerten in digitaler Form ermöglicht wird. Bei N Grauwerten unter Verwendung dreier Grundfarben (rot, grün, blau) ergeben sich 3^N Farben. Der

15 Nachteil dieser Methode ist eine starke Erhöhung der Anzahl benötigter Bildschirmtreiber und damit der Kosten. Im Falle des in Brest gezeigten Bildschirms wurden dreimal soviele Treiber benötigt, wie bei einem normalen FLC Display ohne digitale Graustufen.

20 Bei der sogenannten Aktivmatrix-Technologie (AMLCD) wird üblicherweise ein nicht-strukturiertes Substrat mit einem Aktivmatrix-Substrat kombiniert. An jedem Pixel des Aktivmatrixsubstrates ist ein elektrisch nichtlineares Element, beispielsweise ein Dünnschichttransistor, integriert. Bei dem nichtlinearen Element kann es sich auch um Dioden, Metall-Insulator-Metall u.ä. Elemente handeln, die vorteilhaft mit

25 Dünnschichtverfahren hergestellt werden und in der einschlägigen Literatur beschrieben sind, siehe z.B. T. Tsukuda, TFT/LCD: Liquid Crystal Displays Addressed by Thin-Film Transistors, Gordon and Breach 1996, ISBN 2-919875-01-9 und darin zitierte Literatur.



Aktivmatrix-LCDs werden üblicherweise mit nematischen Flüssigkristallen im TN- (twisted nematics), ECB- (electrically controlled birefringence), VA- (vertically aligned) oder IPS- (in plane switching) Modus betrieben. In jedem Fall wird durch die aktive Matrix an jedem Bildpunkt ein elektrisches Feld individueller Stärke erzeugt, das eine Orientierungsänderung und damit eine Änderung der Doppelbrechung erzeugt, die wiederum im polarisierten Licht sichtbar ist. Ein schwerwiegender Nachteil dieser Verfahren ist die mangelnde Videofähigkeit bedingt durch die zu langen Schaltzeiten nematischer Flüssigkristalle.

10 Unter anderem aus diesem Grunde wurden Flüssigkristallanzeigen, die auf einer Kombination aus ferroelektrischen Flüssigkristallmaterialien und Aktiven Matrix - Elementen beruhen, vorgeschlagen, siehe z.B. WO 97/12355 oder Ferroelectrics 1996, 179, 141-152, W.J.A.M. Hartmann, IEEE Trans. Electron. Devices 1989, 36,(9;Pt. 1), 1895-9, sowie Dissertation Eindhoven, Niederlande 1990.

15

Hartmann nutzte eine Kombination aus der sogenannten 'Quasi-bookshelf Geometrie' (QBG) von FLC und einer TFT (Thin-Film-Transistor) Aktivmatrix und erhielt gleichzeitig eine hohe Schaltgeschwindigkeit, Graustufen und eine hohe Transmission. Allerdings ist die QBG nicht über einen weiten Temperaturbereich stabil, da durch die Temperaturabhängigkeit der smektischen Schichtdicke die feldinduzierte Lagenstruktur aufbricht oder sich dreht. Darüber hinaus nutzt

20

Hartmann ein FLC-Material mit einer Spontanpolarisation von mehr als 20 nC/cm^2 , was bei Bildpunkten mit realistischen Dimensionen von z.B. $0,01 \text{ mm}^2$ Fläche zu großen elektrischen Ladungen führt (bei Sättigung gilt $Q = 2 A P$, $A =$

25

Bildpunktfläche, $P =$ spontane Polarisation), die z.B. mit kostengünstig herstellbaren amorphen Silizium - TFT während der Öffnungszeit des TFT nicht auf den Bildpunkt gelangen können. Aus diesen Gründen wurde diese Technologie bisher nicht weiterverfolgt.

Während Hartmann die ladungskontrollierte Bistabilität zur Darstellung einer nahezu kontinuierlichen Grauskala ausnutzt, haben Nito et. al. eine monostabile FLC-Geometrie vorgeschlagen, siehe Journal of the SID, 1 / 2, 1993, Seiten 163-169, bei der das FLC-Material mit Hilfe verhältnismäßig hoher Spannungen derart orientiert wird, daß nur eine stabile Lage entsteht, aus der dann durch Anlegen eines elektrischen Feldes über einen Dünnschichttransistor eine Reihe von Zwischenzuständen erzeugt werden, die bei angepaßter Zellengeometrie zwischen gekreuzten Polarisatoren einer Reihe von verschiedenen Helligkeitsgraden (Grauwerten) entsprechen.

10

Ein Nachteil dieses Vorgehens ist jedoch das Auftreten einer Streifentextur im Display, die den Kontrast und die Helligkeit dieser Zelle begrenzt (siehe Abb. 8 im o.a. Zitat). Die nachteilige Streifentextur läßt sich durch eine Behandlung mit einer hohen elektrischen Spannung (20-50 V) in der nematischen bzw. cholesterischen Phase (siehe S. 168 des o.a. Zitates) zwar korrigieren; jedoch ist eine solche Feldbehandlung nicht für die Massenfertigung von Bildschirmen geeignet und führt in der Regel auch nicht zu temperaturstabilen Texturen. Darüber hinaus ergibt diese Methode lediglich ein Schalten in einem Winkelbereich von bis zu maximal dem einfachen Tiltwinkel, der bei dem von Nito et. al. verwendeten Material bei ca. 22 ° liegt (siehe S. 165 Abb. 6) und damit nur eine Transmission von maximal 50 % der Transmission zweier paralleler Polarisatoren ergibt.

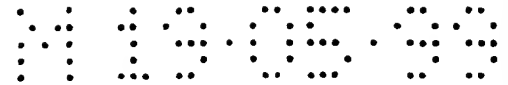
20

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer ferroelektrischen Aktiv-Matrix-Flüssigkristallanzeige, die eine ferroelektrische Flüssigkristallmischung enthält, wobei die Flüssigkristallmischung eine monostabile Lage einnimmt, dabei jedoch keine Streifentextur bildet, temperaturstabil ist und eine sehr hohe Maximaltransmission sowie einen sehr hohen Kontrast ermöglicht.

25

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein monostabiles ferroelektrisches Aktivmatrix-Display, enthaltend eine Flüssigkristallschicht in Form einer

30



Monodomäne mit einer eindeutig definierten Richtung der Schichtennormalen z der smC*-Phase, wobei die Schichtennormale z und die Vorzugsrichtung n der nematischen beziehungsweise cholesterischen Phase (N*-Phase) einen Winkel von mehr als 5° ausbilden.

5

Das erfindungsgemäße Aktivmatrix - FLC-D enthält als optisch wirksame Schicht ein ferroelektrisch flüssigkristallines Medium (Flüssigkristallphase) mit einer Phasenfolge von

10 Isotrop - Nematisch oder Cholesterisch (N*)- smektisch C*

oder einer Phasenfolge

Isotrop - Nematisch oder Cholesterisch (N*)- smektisch A* - smektisch C*,

15 wobei die smektisch A* Phase einen Existenzbereich (Phasenbereich) von maximal 2°C , vorzugsweise maximal 1°C , besonders bevorzugt maximal 0.5°C besitzt. Der Stern (*) an der Phasenbezeichnung gibt an, daß es sich um eine chirale Phase handelt.

20 Die Herstellung der Displays erfolgt, vorzugsweise nach einem Verfahren, bei dem man die Flüssigkristallschicht in den Zwischenraum zwischen einer geriebenen Obersubstratplatte und einer geriebenen Untersubstratplatte des Aktiv-Matrix-Displays einbringt, wobei die Reiberichtungen auf der Ober- und Untersubstratplatte im wesentlichen parallel sind, und die Flüssigkristallphase aus der isotropen Phase

25 abkühlt, wobei zumindest beim Phasenübergang $N^* \rightarrow \text{smC}^*$ beziehungsweise $N^* \rightarrow \text{smA}^* \rightarrow \text{smC}^*$ eine elektrische Gleichspannung am Display anliegt.

Die FLC-Mischung wird in ein Aktivmatrix-Display gefüllt. Die Herstellung und die Komponenten eines solchen AM-Displays ist ausführlich in der vorstehend

30 aufgeführten Literatur von Tsukuda, beschrieben. Die Dicke der FLC-Schicht beträgt

jedoch anders als bei nematischen Displays nur 0,7 bis 2,5, bevorzugt 1-2 μm .
Darüber hinaus sind die Reiberichtungen auf Ober- und Untersubstratplatten im wesentlichen parallel. Der Begriff "im wesentlichen parallel" schließt antiparallele oder schwach, d.h. bis zu 10° gekreuzte Reiberichtungen mit ein.

5

Wichtig für die Funktionsweise dieses Displays ist nun, daß bei der Herstellung des Displays beim kontrollierten Abkühlen eine elektrische Gleichspannung, vorzugsweise unterhalb 5 V, angelegt und beim Phasenübergang $N^* \rightarrow \text{smC}^*$ bzw. $N \rightarrow \text{smA}^* \rightarrow \text{smC}^*$ beibehalten wird, die dazu führt, daß das gesamte Display eine monostabile Monodomäne einnimmt, die zwischen gekreuzten Polarisatoren vollkommen dunkel erscheint.

10

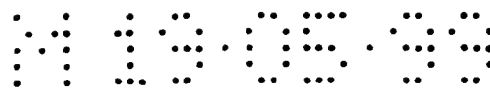
Nach Erhalt dieser Domäne wird die Gleichspannung abgeschaltet. Die so erhaltene Textur ist im Gegensatz zu Hartmanns oben angeführtem Ansatz oder im Gegensatz zu konventionellen bistabilen FLCD monostabil. Dies bedeutet, daß sich der bevorzugte n-Direktor (der die Vorzugsrichtung der Moleküllängsachsen angibt), befindet sich in Reibrichtung der Zelle befindet, wohingegen der z-Direktor (der die Vorzugsrichtung der smektischen Lagennormale angibt) sich ungefähr um den Betrag des Tiltwinkels schräg zur Reiberichtung befindet. Diese Konstellation ist gerade entgegengesetzt zur gewöhnlichen bistabilen Zelle nach Clark und Lagerwall, bei der der z-Direktor in Reiberichtung liegt.

15

20

Im Unterschied zu Nitos Ansatz gibt es bei dieser Orientierung gerade keine zwei Lagennormalen und damit keine zwei Orientierungsdomänen, die letztlich zu der oben erwähnten störenden Streifentextur führen, sondern nur eine eindeutige Richtung des z-Direktors und daher eine Monodomäne. Darüber hinaus ist nun der zweifache Tiltwinkel, der zu 100% Transmission bezogen auf parallele Polarisatoren führt, zugänglich, d.h. es wird eine doppelte Helligkeit erzielt.

25



- Das so erhaltene Display erscheint bei geeignetem Drehwinkel zwischen gekreuzten Polarisatoren vollkommen dunkel. Bei Anlegen einer Ansteuerspannung von nur wenigen Volt erscheint es hell, wobei die Helligkeit über die Spannung kontinuierlich variiert werden kann und bei Sättigung nahezu die Helligkeit zweier paralleler
- 5 Polarisationsfolien besitzt. Ein wichtiges Merkmal dieses Displays ist, daß der Winkel zwischen der Vorzugsrichtung der nematischen (bzw. cholesterischen) Phase und der Schichtennormale (z-Direktor) im Idealfall gleich dem Tiltwinkel der smektischen C-Phase ist, bzw. zumindest im wesentlichen gleich dem Tiltwinkel ist. "Im wesentlichen" im Sinne dieser Erfindung bedeutet vorzugsweise einen
- 10 Wertebereich vom halben bis zum vollen, besonders bevorzugt 0,8- bis 1-fachen Tiltwinkel, jedoch mindestens von 5° .

- Das erfindungsgemäße ferroelektrische Aktivmatrix-Flüssigkristalldisplay ist in hohem Maße praxistauglich, insbesondere für TV und HDTV oder Multimedia, da es
- 15 hohe Transmission, kurze Schaltzeit, Grauskala und daher volle Farbfähigkeit, kostengünstige Herstellung und einen weiten Temperaturbereich miteinander vereinbart. Darüber hinaus läßt sich das Display bei Spannungen von ≤ 10 Volt, bevorzugt ≤ 8 V, besonders bevorzugt ≤ 5 V betreiben.

- 20 Die spontane Polarisation des erfindungsgemäßen Aktiv-Matrix-FLCD liegt vorzugsweise unterhalb 15 nC/cm^2 , bevorzugt im Bereich von $0,01$ bis 10 nC/cm^2 bei der Betriebstemperatur des Displays.

- Vorzugsweise beträgt in der Flüssigkristallschicht die Länge der chiral-
- 25 nematischen beziehungsweise cholesterischen Ganghöhe (pitch) in einem Temperaturbereich von mindestens 2°C oberhalb des Übergangs zur smektischen Phase mehr als $50 \mu\text{m}$.

Die Displays können beispielsweise im TV-, HDTV- oder Multi-media-Bereich oder im Bereich der Informationsverarbeitung eingesetzt werden, z.B. in Notebook-PCs, Personal Digital Assistants oder Desktop-Monitoren.

5 Die nachfolgenden Beispiele sollen die Erfindung näher erläutern.

Beispiele

10 Beispiel 1

Eine FLC Mischung mit folgender Zusammensetzung wird hergestellt:

15	4-(5-Dodecylpyrimidin-2-yl)phenyl-4-(trans-pentylcyclohexan)carbonsäureester	27 Gew. %
	2-(4-Hexyloxyphenyl)-5-octylpyrimidin	19,7 Gew. %
	2-(4-Decyloxyphenyl)-5-octylpyrimidin	25,6 Gew. %
	2-(4-Octyloxyphenyl)-5-octylpyrimidin	24,7 Gew. %
	(S)-2-Fluordecyl-[4-(5-Decylpyrimidin-2-yl)phenyl]ether	3 Gew. %

20

Die Phasenfolge beträgt:

Isotrop 83.1 °C Cholesterisch 57.7 °C Smektisch A* 57.6 °C Smektisch C*.

25 Der Tiltwinkel beträgt 25 ° bei 30 °C. Die spontane Polarisation beträgt 2 nC/cm².

Beispiel 2

Ein mit transparent - leitfähigem Indium-Zinnoxid-beschichtetes Glassubstrat wird in
30 einem photolithographischen Prozeß strukturiert, so daß ein Elektrodenmuster

erhalten wird. Die transparenten Leiterbahnen dieser Elektrodenstruktur werden zur elektrischen Ansteuerung des Displays mittels eines Funktionsgenerators verwendet und so das Schaltverhalten eines Dünnschichttransistors simuliert. Zwei derartig strukturierte Glasscheiben, die die Ober- und Unterseite des Displays- also die Trägerplatten - bilden, werden mit Hilfe eines Kleberahmens zusammengefügt. Die Schichtdicke beträgt $1,3 \mu\text{m}$. Der Kleber wird durch vorsichtiges Erhitzen gehärtet, die Flüssigkristallmischung aus Beispiel 1 bei 100°C eingefüllt und die Zelle durch langsames Abkühlen auf eine Temperatur von 60° gebracht. Bei dieser Temperatur wird eine Gleichspannung von 4 V angelegt und dann der Abkühlungsprozess bis auf 22°C weitergeführt. Die Gleichspannung wird abgeschaltet. Es wird eine monostabile Monodomäne erhalten, die zwischen gekreuzten Polarisatoren völlig dunkel erscheint.

Die Zelle wird nun mit Rechteckpulsen variabler Amplitude beschaltet und die Transmission vermittels einer Fotodiode und eines Oszilloskops gemessen. Man erhält folgende Werte der Transmission:

Spannung in Volt	Transmission = Fotodiodensignal in Millivolt
0	1
2	24
3	79
4	129
5	190

Nach dem Beschalten fällt die Zelle wieder in den Dunkelzustand (0 % Transmission) zurück.

Die folgende Tabelle zeigt die Schaltzeit und Relaxationszeit von maximaler Helligkeit in den Nullzustand in Abhängigkeit von der angelegten Rechteckspannung:

Spannung in Volt	Schaltzeit in Millisekunden	Relaxationszeit in Millisekunden
2	2,3	0,34
3	1,9	0,33
4	1,7	0,31
5	1,1	0,29

Alle Werte beziehen sich auf eine Temperatur von 22°C.

Beispiel 3

10	2-(4-Hexyloxyphenyl)-5-octylpyrimidin	18,9 Gew. %
	2-(4-Decyloxyphenyl)-5-octylpyrimidin	24,5 Gew. %
	2-(4-Octyloxyphenyl)-5-octylpyrimidin	23,6 Gew. %
	2-(2,3-Difluor-4'-pentyl-biphenyl-4-yl)-5-nonyl-pyrimidin	30,0 Gew. %
	(S)-2-Fluordecyl-[4-(5-Decylpyrimidin-2-yl)phenyl]ether	3 Gew. %

Die Phasenfolge beträgt:

Isotrop 80°C Cholesterisch 60°C Smektisch C*.

20 Die spontane Polarisation beträgt 1,7 nC/cm².



Beispiel 4

- Ein mit transparent - leitfähigem Indium-Zinnoxid-beschichtetes Glassubstrat wird in einem photolithographischen Prozeß strukturiert, so daß ein Elektrodenmuster erhalten wird. Die transparenten Leiterbahnen dieser Elektrodenstruktur werden zur elektrischen Ansteuerung des Displays mittels eines Funktionsgenerators verwendet und so das Schaltverhalten eines Dünnschichttransistors simuliert. Zwei derartig strukturierte Glasscheiben, die die Ober- und Unterseite des Displays- also die Trägerplatten - bilden, werden mit Hilfe eines Kleberahmens zusammengefügt. Die Schichtdicke beträgt 1,3 μm . Der Kleber wird durch vorsichtiges Erhitzen gehärtet, die Flüssigkristallmischung aus Beispiel 3 bei 100 °C eingefüllt und die Zelle durch langsames Abkühlen auf eine Temperatur von 63°C gebracht. Bei dieser Temperatur wird eine Gleichspannung von 4 V angelegt und dann der Abkühlungsprozess bis auf 22 °C weitergeführt. Die Gleichspannung wird abgeschaltet. Es wird eine monostabile Monodomäne erhalten, die zwischen gekreuzten Polarisatoren völlig dunkel erscheint.

- Die Zelle wird nun mit Rechteckpulsen variabler Amplitude beschaltet und die Transmission vermittels einer Fotodiode und eines Oszilloskops gemessen. Man erhält folgende Werte der Transmission:

Spannung in Volt	Transmission = Fotodiodensignal in Millivolt
0	1
2	108
3	217
4	306
5	392

Nach dem Beschalten fällt die Zelle wieder in den Dunkelzustand (0 % Transmission) zurück.

- Die folgende Tabelle zeigt die Schaltzeit und Relaxationszeit von maximaler Helligkeit in den Nullzustand in Abhängigkeit von der angelegten Rechteckspannung:

Spannung in Volt	Schaltzeit in Millisekunden	Relaxationszeit in Millisekunden
2	1,9	0,33
3	1,6	0,29
4	1,4	0,25
5	0,94	0,24

Alle Werte beziehen sich auf eine Temperatur von 22°C.

Hoechst Research & Technology
Deutschland GmbH & Co. KG

20. Mai 1998
H60314 IB/SF/cd6

5

Patentansprüche

1. Monostabiles ferroelektrisches Aktivmatrix-Display, enthaltend eine Flüssigkristallschicht in Form einer Monodomäne mit einer eindeutig definierten Richtung der Schichtennormalen z der smC^* -Phase, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtennormalen z und die Vorzugsrichtung n der nematischen beziehungsweise cholesterischen Phase (N^* -Phase) einen Winkel von mehr als 5° ausbilden.
2. Aktivmatrix-Display nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel zwischen der Schichtennormalen z der smC^* -Phase und der Vorzugsrichtung n der nematischen beziehungsweise cholesterischen Phase (N^* -Phase) in einem Bereich des 0,5-fachen bis 1,0-fachen des smC^* -Tiltwinkels liegt.
3. Aktivmatrix-Display nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die ferroelektrische Flüssigkristallschicht eine Phasenfolge

$$I^*-N^*-smC^*$$
 besitzt, wobei zwischen der N^* - und der smC^* -Phase eine smA^* -Phase mit einem Existenzbereich von maximal $2^\circ C$ liegen kann.
4. Aktivmatrix-Display nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Spontanpolarisation der ferroelektrischen Flüssigkristallphase kleiner als 15 nC/cm^2 ist.

5. Aktivmatrix-Display nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in der Flüssigkristallschicht die Länge der chiral-nematischen beziehungsweise cholesterischen Ganghöhe (pitch) in einem Temperaturbereich von mindestens 2°C oberhalb des Übergangs zur smektischen Phase mehr als 50 µm beträgt.
5
6. Verfahren zur Herstellung von Aktivmatrix-Displays nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem man die Flüssigkristallschicht in den Zwischenraum zwischen einer geriebenen Obersubstratplatte und einer geriebenen Untersubstratplatte des Aktiv-Matrix-Displays einbringt, wobei die Reiberichtungen auf der Ober- und Untersubstratplatte im wesentlichen parallel sind, und die Flüssigkristallphase aus der isotropen Phase abkühlt, wobei zumindest beim Phasenübergang $N^* \rightarrow smC^*$ beziehungsweise $N^* \rightarrow smA^* \rightarrow smC^*$ eine elektrische Gleichspannung am Display anliegt.
10
15
7. Aktivmatrix-Display, herstellbar nach dem Verfahren gemäß Anspruch 6.
8. Verwendung von Aktivmatrix-Displays nach einem der Ansprüche 1 bis 5 und 7 im TV-, HDTV- oder Multimedia-Bereich oder im Bereich der Informationsverarbeitung.
20
9. Verwendung nach Anspruch 8 in Notebook-PCs, Personal Digital Assistants und Desktop-Monitoren.
25

Hoechst Research & Technology
Deutschland GmbH & Co. KG

20. Mai 1998
H60314 IB/SF/cd6

5

Zusammenfassung

10

Das monostabile ferroelektrische Aktivmatrix-Display enthält eine Flüssigkristallschicht in Form einer Monodomäne mit einer eindeutig definierten Richtung der Schichtennormalen z der smC^* -Phase und ist dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtennormalen z und die Vorzugsrichtung n der nematischen beziehungsweise cholesterischen Phase (N^* -Phase) einen Winkel von mehr als 5° ausbilden.

15